

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-108070

(43)Date of publication of application : 08.05.1991

(51)Int.Cl.

G06F 15/60

(21)Application number : 01-243347

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 21.09.1989

(72)Inventor : TSUDA MASAOKI  
HAGIWARA ICHIRO  
MUKAIHIRA SATORU  
KADOTA HIDETOSHI

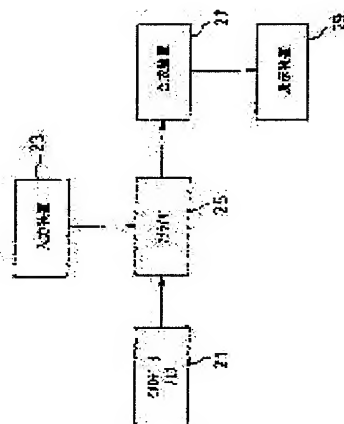
## (54) LAYOUT ANALYSIS CAD SYSTEM FOR LINEAR OBJECT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a layout analysis system for a linear object by analyzing the dynamic effect on the system when the linear object is mounted to obtain the mount shape, thereby checking the layout of the linear object and the structure efficiently with high accuracy.

CONSTITUTION: The shape of a relating component stored in a CAD data memory 21 is displayed on a display device 29, and the mount position and direction of a linear object are entered. Then the physical property conditions of the linear object are supplied from an input device 23 to generate a finite element method model. While one end of the linear object is fixed, a displacement is given to the other end to calculate a displacement path, which is provided to the model and the calculation by the finite element method is executed.

A synthesizer 27 converts the mount shape of the linear object represented in a coordinate system into a coordinate of a space in which the mount shape of the linear object is accommodated. Then the linear object subjected to the coordinate conversion and the shape of the relating component are synthesized and the result is displayed on the display device 29. Thus, the layout is checked efficiently with high accuracy.



## ⑫ 公開特許公報(A)

平3-108070

⑤Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

④公開 平成3年(1991)5月8日

G 06 F 15/60

4 0 0 K

8125-5B

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑤④発明の名称 線状物体のレイアウト解析CADシステム

②特 願 平1-243347

②出 願 平1(1989)9月21日

⑦②発 明 者	津 田	政 明	神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地	日産自動車株式会社
			内	
⑦②発 明 者	萩 原	一 郎	神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地	日産自動車株式会社
			内	
⑦②発 明 者	向 平	寛	神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地	日産自動車株式会社
			内	
⑦②発 明 者	門 田	英 稔	神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地	日産自動車株式会社
			内	
⑦①出 願 人	日産自動車株式会社		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地	
⑦④代 理 人	弁理士 三好 秀和		外1名	

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

線状物体のレイアウト解析CADシステム

## 2. 特許請求の範囲

線状物体を構造物に取り付けた時の力学的影響を解析して線状物体のレイアウトを解析する線状物体のレイアウト解析CADシステムであって、線状物体を取り付ける構造物の形状を含む情報を記憶している構造物用記憶手段と、線状物体の長さ、外径、内径、材料を含む情報を記憶している線状物体用記憶手段と、線状物体を取り付ける位置および方向を入力する入力手段と、線状物体の変位経路を分割する変位経路分割手段と、該分割された変位経路にそって取り付け条件の量を除々に増加する増加手段と、所与の条件の量に応じて線状物体が有する情報により線状物体の形状を演算する演算手段と、取り付け条件の目標量まで計算した形状を構造物の情報に加えて表示する表示手段とを有することを特徴とする線状物体のレイアウト解析CADシステム。

## 3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

(産業上の利用分野)

本発明は、例えばブレーキホースのような線状物体を構造物に取り付けた時の力学的影響を解析して線状物体のレイアウトを解析する線状物体のレイアウト解析CADシステムに関する。

(従来技術)

例えば車両にはブレーキホース等を始めとして多種類の線状物体が使用されている。これらの線状物体はレイアウト設計の際、車両各部との干渉の発生が問題となる。とりわけ、ブレーキホースはホイールのバウンド、リバウンド、ステア等により複雑な挙動を示すため、安全上適切なレイアウトを求める必要がある。

このようなレイアウトを求めるための従来のレイアウト検討用CADシステムとしては、線状物体を取り付ける構造物である回り部品の位置(座標)をCADデータとして入力して、CAD端末で表示する。レイアウト設計者はCAD端末で表

示されたレイアウト図面を基に線状物体の取り付け位置を検討する。これは、CAD端末で線状物体を取り付ける空間の回り部品との位置関係をレイアウト画面から確認し、回り部品と線状物体が干渉しないと思われる空間の寸法を計って選び出し、取り付け位置を決める。この決め方は設計者の経験によっている。また、決定した取り付け位置で線状物体と回り部品との干渉が発生しないかどうかは実際の構造物に線状物体を取り付け、寸法を測定して検討する。

#### (発明が解決しようとする課題)

上述した従来のレイアウト検討用CADシステムにおいては、線状物体を取り付けた時の線状物体の力学的影響を解析してレイアウトを検討できないため、線状物体を実際に取り付けた時の形状は振りや曲げ等による影響のために設計で予想した形状にならず、設計者が決定した取り付け位置に線状物体を取り付けると回り部品と干渉してしまうことがあり、取り付け位置の再検討を繰り返し行わなければならないという問題がある。

け条件の量を除々に増加する増加手段9と、所与の条件の量に応じて線状物体が有する情報により線状物体の形状を演算する演算手段11と、取り付け条件の目標量まで計算した形状を構造物の情報に加えて表示する表示手段13とを有することを要旨とする。

#### (作用)

本発明の線状物体のレイアウト解析CADシステムでは、線状物体の情報と取り付け位置を入力して線状物体を構造物に取り付けた時に線状物体に対する力学的影響を解析し、取り付け形状を求め、座標変換して構造物の座標に一致させ、構造物の位置を入力したCADデータと合成してレイアウト図面として表示している。

#### (実施例)

以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

第2図は本発明の一実施例に係わる線状物体のレイアウト解析CADシステムの構成を示すブロック図である。同図に示すレイアウト解析CAD

本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、線状物体を取り付けるときの力学的影響を解析して取り付け形状を求め、線状物体と構造物とのレイアウトを精度よく効率的に検討できる線状物体のレイアウト解析CADシステムを提供することにある。

#### (発明の構成)

##### (課題を解決するための手段)

上記目的を達成するため、本発明の線状物体のレイアウト解析CADシステムは、第1図に示すように、線状物体を構造物に取り付けた時の力学的影響を解析して線状物体のレイアウトを解析する線状物体のレイアウト解析CADシステムであって、線状物体を取り付ける構造物の形状を含む情報を記憶している構造物用記憶手段1と、線状物体の長さ、外径、内径、材料を含む情報を記憶している線状物体用記憶手段3と、線状物体を取り付ける位置および方向を入力する入力手段5と、線状物体の変位経路を分割する変位経路分割手段7と、該分割された変位経過にそって取り付

システムは、例えばブレーキホース等の線状物体を取り付ける構造物である回り部品の位置(座標)であるCADデータを記憶しているCADデータメモリ21と、線状物体の長さ、外径、内径、材料等の物性条件および取り付け位置、方向を入力する入力装置23と、線状物体の取り付け形状と線状物体を取り付けた構造物の動作に伴う線状物体の形状変化を解析するアナライザ25と、このアナライザ25の解析結果を座標変換し、CADデータメモリ21からのCADデータと合成する合成装置27と、前記アナライザ25によって解析され求められた線状物体の取り付け形状と回り部品の位置を入力したCADデータメモリ21からのCADデータとを合成した結果をレイアウト図面として表示する表示装置29とから構成されている。

前記アナライザ25は、取り付け時に線状物体に加えられる外力、取り付け後にこれを取り付けた回り部品の動作により加えられる外力等のような線状物体の取り付け形状を変化させる要因であ

る力学的な影響を解析するために設けられている。数値解析方法は、有限要素法を使用して線状物体に加えられる力学的影響を再現して取り付け形状を解析する手法が使用される。なお、アナライザ25としては線状物体に加わる力学的影響を直接的に再現して形状を求める以外に加えられる値から、線状物体の剛性などから歪エネルギーが最も安定な状態を収束計算で求める方法もある。

また、アナライザ25から出力される線状物体の取り付け形状の解析結果を回り部品と一緒に表示装置29にレイアウト図面として表示するために線状物体の取り付け形状データと回り部品のCADデータとを座標変換して合成する。線状物体の取り付け形状を求めるに当り加える外力の種類の組合せは無限にある。そこで取り付け形状を求めるのに何らかの法則性を見いだす必要がある。

前記アナライザ25で線状物体の取り付け形状を解析するに当り取り付け形状が変形経路に依存するか否かについて検討する。数種の変形経路を変えた計算を行い、変形経路と取り付け形状との

関係について検討する。なお、取り付け形状は最終的に取り付け時の形状であり、変形経路は線状物体の一端を固定してから、他端を動かして(すなわち、計算して)、最終的な取り付け形状にもっていく時の経路である。そして、どのような変形経路を辿ったとしても、取り付け形状は引張等によって決まるものである。

取り付け作業時にブレーキホース等の線状物体に加えられる変位は引張および圧縮等の並行移動と曲げおよび振り等の回転である。曲げ変形は圧縮および振り変形により表現されるため、線状物体に並行移動による引張および圧縮と回転による振り変位の量と与え方を変化させた場合の取り付け形状の比較を行う。

第3図はブレーキホース等である線状物体の取り付け位置、方向を固定し、与える変位と、その大きさを変えて解析したものである。経路Aは回転による振りを与えながら取り付け形状を求めたもので、線状物体に圧縮、引張の変位を与えていない。経路Bは線状物体に並行移動による引張、

圧縮の変位を与えた後、回転による振り変位を与えている。振り変位量は経路A、Cと異なる。経路Cは線状物体に並行移動で引張変位を加えた後、並行移動と回転を同時に加え、圧縮を与えながら振り変位を与えている。振り変位量は経路Aのものと等しいが、回転により加えられる振り変位量は経路Bと等しくしている。

取り付け形状は与えた振り変位量が等しい経路A、Cと経路B、Dで一致が得られている。また、経路B、Dは引張、圧縮、振り変位の与え方が異なるが、取り付け形状の一致を得ている。

これにより線状物体を取り回した時の振り変位量が同じならば、取り付け形状は引張、圧縮、振り変位の与え方、すなわち変形経路によらないといえることができる。アナライザ25はこの知見を考慮し、線状物体の取り付け形状を求めている。

次に、線状物体のレイアウト検討用CADシステムの処理を第4図のフローチャートを参照して説明する。なお、第5図には、本レイアウト解析CADシステムによってブレーキホースのレイア

ウトを検討したCAD画面の一例が示されているが、このように本説明では、線状物体の一例としてブレーキホース31を使用し、このブレーキホース31に対してチューブ33等が構造物として示されている。

まず、表示装置29に線状物体を取り付ける構造物である回り部品の形状を表示するとともに、線状物体の取り付け位置の座標、取り付け方向を入力する(ステップ110)。この入力方法は、例えば表示装置29の画面からライトペンでピックにより指定してもよいし、または座標と取り付け方向(角度等)を直接入力してもよい。なお、ブレーキホースの接続は位置決めされて接続されるように工夫されているため、ステップ110のように線状物体の座標と取り付け方向が決まれば振り量は計算で求めることができる。しかしながら、燃料ホース等で位置決めされないものは接続時の振り量をステップ110で設定しておく必要がある。

それから、線状物体の長さ、外径、内径、要素

分割数、例えばゴム、鉄等の材料定数等の物性条件を入力データとして与え、取り付け形状の計算に用いて、線状物体の有限要素法モデルを作成する(ステップ120)。なお、第6図はこのような線状物体の長さ、外径、内径、要素分割数、材料定数等の物性条件の一例を示している。

上記入力データで作成されるモデルは、入力された要素分割数から定義される座標を有する節点の集合を結び、線状物体そのものを三次元でモデル化しても、線状物体の中立軸上の座標を有する節点の集合を結び、梁モデルを用いてもよい。梁要素を使用する場合は、入力データより梁の面積、断面二次モーメント、振りモーメントを求め、線状物体の特性を表す。

次に、ステップ110、120で入力された値から取り付け位置での線状物体の取り付け形状を再現するため、線状物体の一端を固定し、他端に変位量を加え、第7図(c)に示す三次元空間の変位経路を取り回し、変位経路を計算する(ステップ130)。なお、第8図は変位経路の一例を

示している。

線状物体の取り付け形状の解析は非線形解析となるため、変位量は分けて与える。変位量の形態は第7図(b)に示すような並進方向の移動と回転(振り)になる。そこで、前述したように、線状物体の取り付け形状は振り変位量が同じならば、取り付け形状は等しくなることを利用し、実際に線状物体を構造物に取り付ける際に加えられる振る量と等しくなるように与える振り量を制御する。

この制御を第7図(a)においてステップ210~280で示す。なお、本解析では、第9図に示すように変位増分法を用い、不平衡量の収束計算にニュートンラプソン法を用いた。非線形解析では不平衡量の許容量をどのくらいにするかが解析時間と精度の収束速度に影響する。ここでは、この値をブレーキホースの発生荷重の0.1%とした。また、与えた増分変位で収束が得られない場合、増分変位を1/4にして継続するように増分計算の制御を行った。

ブレーキホースの取り付け作業では、変形経路

によりホースに一度に大きな変形を与える場合がある。これを解析するには増分計算の増分変位を小さくする必要があるが、計算時間の増加や、丸めの誤差の蓄積から解が求まらない恐れがある。しかしながら、上述したホースを取り回した時の振り変形量が同じならば、取り付け形状は引張、圧縮、振り変形の与え方によらないことから、最終的な取り付け位置までに与える回転による振り変形の状態が実現象と等しく、かつ一次に大きな変形を与えないように並行移動と回転を分割して与えた。なお、ホースに与えられる振り量は設計段階で特定できる。また、この解析はホースに与える変形を制御するプログラムを有限要素法プログラムに組み込むことで行った。

前記ステップ120で作成したモデルにステップ130で計算した変位経路を与えて有限要素法による計算を行う(ステップ140)。

そして、線状物体の変形形状が得られ、この得られる値は線状物体の初期形状から取り付けた形態までの節点の三次元座標上の移動量である。そ

こで、この値を線状物体の初期形状の節点の座標に加え、線状物体の座標系で取り付け状態の形状を表し、この得られた線状物体の座標系で表された線状物体の取り付け形状を、取り付けられる空間の座標に変換する(ステップ150)。

それから、前記変換により得られた線状物体の座標から線状物体と回り部品の形状とを合成して表示装置29に表示し、これによりレイアウトの評価を行う(ステップ160)。

なお、車両の種々の状態におけるブレーキホースの取り付け形状を計算するために、ステップ110において例えば車両が停止している(車輪は直進)状態における回り部品の座標を入力したり、車両が走行してバウンド状態における回り部品の座標を入力したり、またはステアリングを切った状態における回り部品の座標を入力したりする等のように条件を変えて、種々の状況によるブレーキホースの取り付けを検討する。

以上のような処理の結果、ブレーキホースのレイアウトを検討したCAD画面例が第5図に示す

ものである。また、この場合の精度検証結果が第10図に示されてる。第10図は横軸に解析値を取り、縦軸に実車測定値を取って、フルバウンドおよびステア時のブレーキホースと車両の主な部品との間の距離について実験値と解析値とを比較した結果である。この解析では、加える振り量が同じであれば取り付け形状は変形経路によらないことを考慮し、取り付け作業時、ブレーキホースに加えられる振り変位量を一致させるように配慮して解析を行った。同図からわかるように、解析値は実験値に対し設計の許容範囲を満足した実用上十分な精度で対応し、実用上十分な精度を得ることができる。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、線状物体の情報と取り付け位置を入力して線状物体を構造物に取り付けた時に線状物体に対する力学的影響を解析し、取り付け形状を求め、座標変換して構造物の座標に一致させ、構造物の位置を入力したCADデータと合成してレイアウト図面として

表示しているの、表示されたレイアウト図面から線状物体と構造物とのレイアウトを精度よく適確に検討でき、従来のような実機によって実験で検討する工数を削減でき、効率化および経済化を図ることができる。また、解析を行うアナライザとして有限要素法を用いた場合には、線状物体にカバー等の付属物がついた場合でもレイアウトの精度のよい解析が可能である。

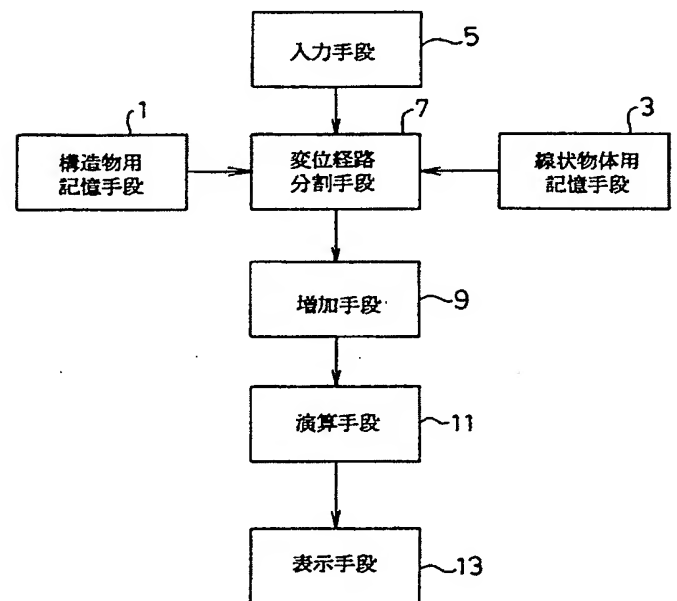
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のクレーム対応図、第2図は本発明の線状物体のレイアウト解析CADシステムの構成を示すブロック図、第3図はブレーキホースの取り付け形状と変形経路の関係を示す図、第4図は本発明の線状物体のレイアウト解析CADシステムの作用を示すフローチャート、第5図は第2図のレイアウト解析CADシステムによってブレーキホースのレイアウトを検討したCAD画面の一例を示す図、第6図は線状物体の長さ、外径、内径、要素分割数、材料定数等の物性条件の一例を示す図、第7図(a)、(b)、(c)は

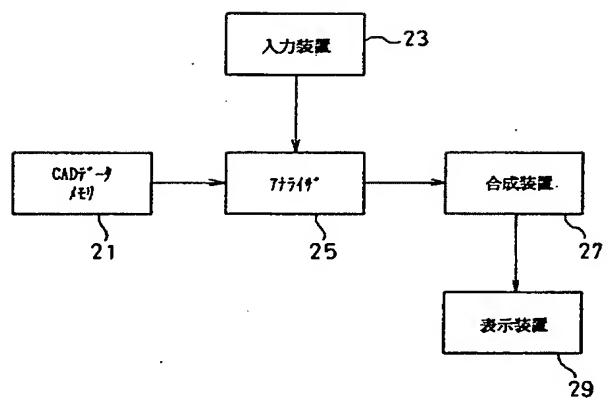
それぞれ変位経路処理を示すフローチャート、変位量の形態および変位経路の取り回しを示す図、第8図は変位経路の一例を示す図、第9図は増分計算における荷重と変位の関係および不平衡量と変位の関係を示すグラフ、第10図はブレーキホースと車両各部との距離に関する解析値と実験値との比較を示すグラフである。

- 21・・・CADデータメモリ、
- 23・・・入力装置、
- 25・・・アナライザ、
- 27・・・合成装置、
- 29・・・表示装置。

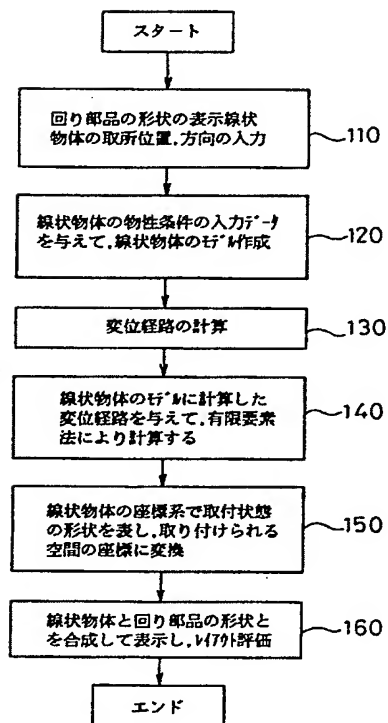
代理人 弁理士 三 好 秀 和



第1図



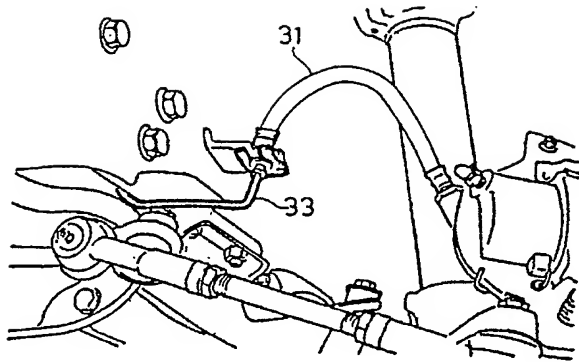
第 2 図



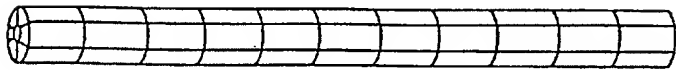
第 4 図

経路	経路A	経路B	経路C	経路D
取付け形状				
変形経路				
	回転(振り)	並行移動→回転 (引張→圧縮→振り)	並行移動→回転 (引張→振り)	並行移動→回転 (引張→振り)
振じり変形量	A	B	A	B

第 3 図



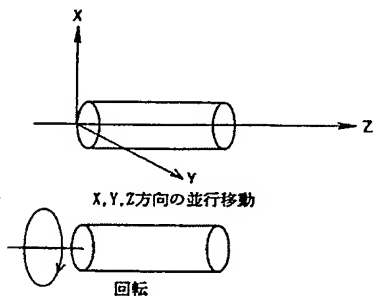
第 5 図



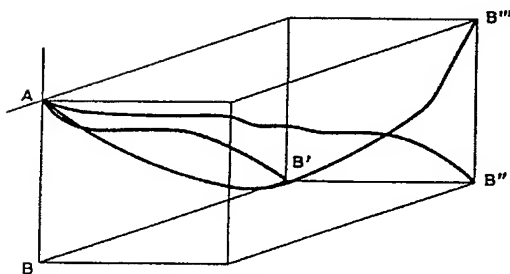
長さ: 300.0mm  
外径: 10.5mm  
内径: 5.25mm

要素特性: A-ニ-77'リ材  
分割数: 長さ方向 12分割  
円周方向 8分割  
要素数: 72  
節点数: 534

第 6 図

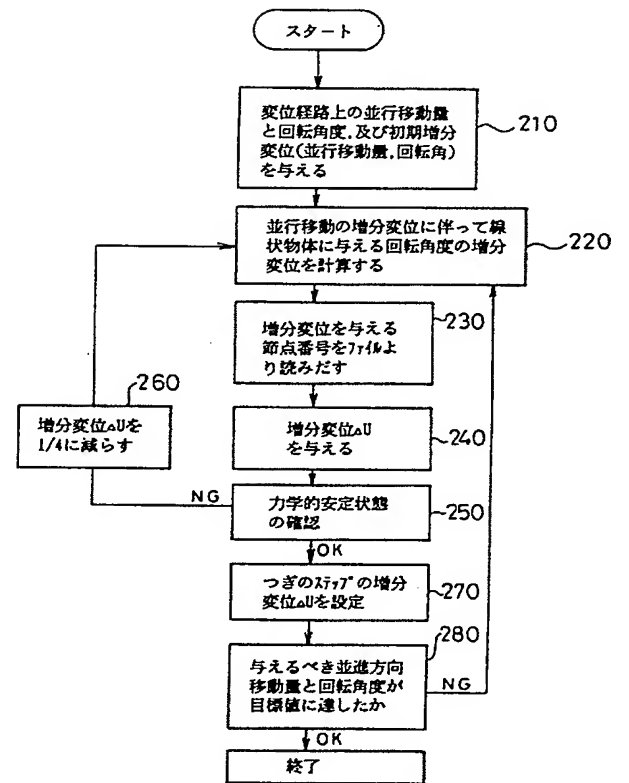


第 7 図 (b)

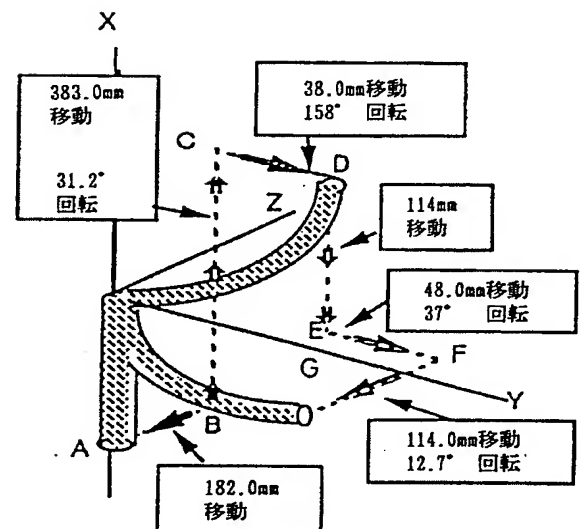


(取り回し経路B-B'-B''-B''')

第 7 図 (c)

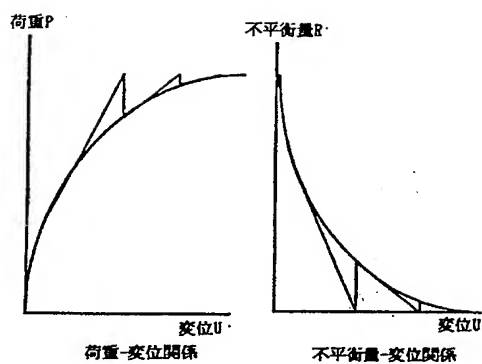


第 7 図 (a)

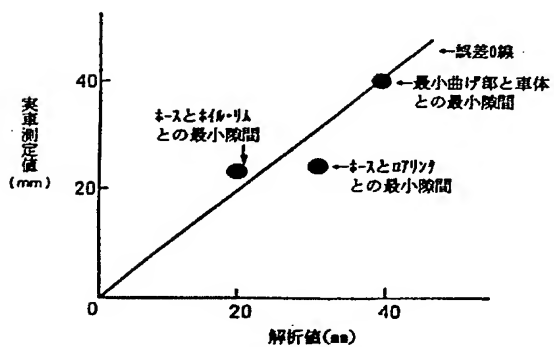


第 8 図





第 9 図



第 10 図